

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

1102

PAT-NO: JP411093830A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11093830 A
TITLE: SUPER-MAGNETROSTRICTIVE FLUID PUMP
PUBN-DATE: April 6, 1999

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
KAWASE, KAZUO

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
AKEBONO BRAKE RES & DEV CENTER LTD N/A

APPL-NO: JP09251829
APPL-DATE: September 17, 1997

INT-CL (IPC): F04B009/00, F04B019/22

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a super-magnetostrictive liquid pump capable of achieving the pumping action in any condition of reciprocation of a piston rod.

SOLUTION: In a super magnetostrictive fluid pump, first and second pump chambers 4, 5 to control the volume by the movement of a piston 3 are demarcated on each side of the working piston 3 to be reciprocated in a cylinder 2 by a super magnetostrictive actuator 7, the fluid is sucked/discharged in/from the pump chambers 4, 5 to achieve the pumping action by the reciprocation of the working piston 3. The first pump chamber 4 demarcated by the working piston 3 is communicated with an actuator 11 through a first check valve 9 and a control valve 10, and communicated with a reservoir 13 through a second check valve 12, the second pump chamber 5 is communicated with the actuator 11 through a third check valve 14 and the control valve 10, and communicated with the reservoir 13 through a hydraulic discharge valve 15 to open the flow passage when the hydraulic pressure of the actuator 11 reaches

the prescribed value.

COPYRIGHT: (C) 1999, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-93830

(43)公開日 平成11年(1999) 4月6日

(51)Int.Cl.⁹

F 0 4 B 9/00
19/22

識別記号

F I

F 0 4 B 9/00
19/22

B

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-251829

(22)出願日 平成9年(1997) 9月17日

(71)出願人 000145541

株式会社曙ブレーキ中央技術研究所
埼玉県羽生市東5丁目4番71号

(72)発明者 川瀬 和夫

埼玉県羽生市東5丁目4番71号 株式会社
曙ブレーキ中央技術研究所内

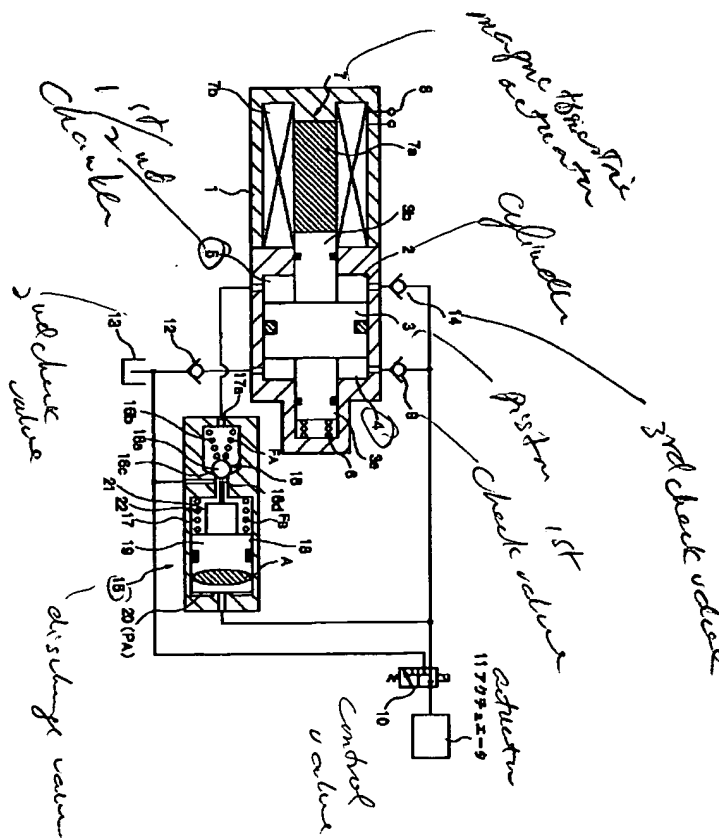
(74)代理人 弁理士 長瀬 成城

(54)【発明の名称】 超磁歪式液体ポンプ

(57)【要約】

【課題】ピストンロッドの往復動のいずれの状態においてもポンプ作用を行うことができる超磁歪式液体ポンプを提供する。

【解決手段】超磁歪アクチュエータ7によってシリンダ2内を往復動する作動ピストン3の両側に同ピストン3の移動によって容積を拡大縮小する第1、第2ポンプ室4、5を区画し、作動ピストン3の往復動によって前記ポンプ室4、5内に液体を吸入、排出しポンプ作用をなす超磁歪式液体ポンプであって、前記作動ピストン3によって区画された第1ポンプ室4を第1チェック弁9と切換弁10を介してアクチュエータ11に連通するとともに、第2チェック弁12を介してリザーバ13に連通し、第2ポンプ室5を第3チェック弁14と切換弁10を介してアクチュエータ11に連通するとともに、アクチュエータ11の液圧が所定の液圧になると流路を開く液圧排出弁15を介してリザーバ13に連通したことを特徴とする超磁歪式液体ポンプ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 超磁歪アクチュエータ7によってシリンダ2内を往復動する作動ピストン3の両側に同ピストン3の移動によって容積を拡大縮小する第1、第2ポンプ室4、5を区画し、作動ピストン3の往復動によって前記ポンプ室4、5内に液体を吸入、排出しポンプ作用をなす超磁歪式液体ポンプであって、前記作動ピストン3によって区画された第1ポンプ室4を第1チェック弁9と切換弁10を介してアクチュエータ11に連通するとともに、第2チェック弁12を介してリザーバ13に連通し、第2ポンプ室5を第3チェック弁14と切換弁10を介してアクチュエータ11に連通するとともに、アクチュエータ11の液圧が所定の液圧になると流路を開く液圧排出弁15を介してリザーバ13に連通したことを特徴とする超磁歪式液体ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液体を圧送供給するのに好適な超磁歪式液体ポンプに関するものであり、特に吐出量を増大させることができる超磁歪式液体ポンプ

【従来の技術】

【0002】従来より一般的に使用されている液体ポンプは、ポンプハウジング内に回転可能に設けたタービン等のポンプロータを電動モータで回転駆動することにより、ポンプハウジング内に吸い込んだ液体等を吐出口から外部に吐出するようにしている。しかし、この種の液体ポンプは、電動モータを使用しているため、全体が大型化し、軽量化を図ることが出来ない上に、消費電力が大きい等の不都合がある。

【0003】こうした従来型の液体ポンプに代わって、最近では磁力によって体積変化する超磁歪素子を利用して構成した超磁歪式液体ポンプが提案されている（特開平6-101631号公報等）。この特開平6-101631号公報に記載されたブレーキ装置は、密閉容器として形成されるケーシング本体の先端側にポンプケースを有し、該ポンプケースとケーシング本体との間に小径のロッド摺動穴が形成されたケーシングと、小径のロッド部が該ケーシングのロッド摺動穴に挿嵌され、大径のピストン部が前記ポンプケース内にポンプ室を画成した作動ピストンと、前記ポンプ室の前、後に位置して前記ポンプケースに設けられ、該作動ピストンによりポンプ室が拡張される時に、該ポンプ室内に液体を流入出させる吸入弁および吐出弁と、前記ケーシング本体内に設けられ、外部から通電されることにより超磁歪ロッドを軸方向に伸縮させる超磁歪式アクチュエータと、該超磁歪式アクチュエータと前記作動ピストンのロッド部との間に位置して前記ケーシング内に形成され、内部に封入した作動液の圧力を前記超磁歪ロッドの伸縮に基づいて変化させることにより、前記作動ピストンを往復動させ

る液圧室とから構成してなる超磁歪式液体ポンプであり、これによって超磁歪ロッドの体積変化を利用して作動ピストンの変位を大きくでき、ポンプ室の拡張量を増大させて液体の吐出効率を大幅に向上できる上に、超磁歪式アクチュエータを用いることにより全体を小型化して軽量化を図ることができるとしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような超磁歪式液体ポンプは、超磁歪アクチュエータによって作動する超磁歪ロッドが一方向に変形する時（例えばピストンの往動時）にのみポンプ作用を行い、超磁歪ロッドがもとに戻る復動時にはポンプ作用を行わない構成となっているため、超磁歪ロッドの動きに無駄があり、さらにポンプの吐出液体量を増大させるうえでも不利である。

【0005】そこで、本発明は、超磁歪式液体ポンプにおいて、ピストンロッドの往復動のいずれの状態においてもポンプ作用を行うことができる超磁歪式液体ポンプを提供し、上述の問題点を解決することを目的とする。本発明では、超磁歪アクチュエータによってピストンを往復動させる時にピストンの両側をポンプ室として活用できるようにすることにより、液体の吐出に有効なピストンストロークをその移動量の倍とすることができ、吐出量の増大を図ることができる。ただし、吐出圧力が上昇するともなう、ピストンの移動量が減少してきた場合には、所定の圧力となった時点で、ピストンの単動時のみ、ポンプ作用を行わせて、吐出量の減少量を少なくできるようにする。

【0006】

【課題を解決するための手段】このため本発明が採用した課題解決手段は、超磁歪アクチュエータによってシリンダ内を往復動する作動ピストンの両側に同ピストンの移動によって容積を拡大縮小する第1、第2ポンプ室を区画し、作動ピストンの往復動によって前記ポンプ室内に液体を吸入、排出しポンプ作用をなす超磁歪式液体ポンプであって、前記作動ピストンによって区画された第1ポンプ室を第1チェック弁と切換弁を介してアクチュエータに連通するとともに、第2チェック弁を介してリザーバに連通し、第2ポンプ室を第3チェック弁と切換弁を介してアクチュエータに連通するとともに、アクチュエータの液圧が所定の液圧になると流路を開く液圧排出弁を介してリザーバに連通したことを特徴とする超磁歪式液体ポンプである。

【0007】

【実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。図1は超磁歪式液体ポンプの構成図である。図において1は超磁歪式液体ポンプのハウジングであり、このハウジング内にはシリンダ2が形成され、このシリンダ2内に液密状態で作動ピストン3が往復動可能に配置されており、この作動ピストン3によってシリ

ング内に第1ポンプ室4、第2ポンプ室5が区画されている。第1ポンプ室4側のピストンロッド3aの端部とハウジング1との間には予圧スプリング6が設けられており、また、第2ポンプ室5側のピストンロッド3bは、超磁歪アクチュエータ7の超磁歪ロッド7aに当接されている。

【0008】超磁歪アクチュエータ7はコイルボbinの外周側に巻回され、端子ピン8を介して外部から通電されることにより磁場を発生させるコイル7bと、このコイルボbin内に挿通されハウジング内を軸方向に伸長した超磁歪ロッド7aとを備え、超磁歪ロッド7aの端部が前述したピストンロッド3bの端部に予圧スプリング6の付勢力によって当接されている。したがって、超磁歪アクチュエータ7のコイル7bに電流が流れるとその時の磁力によって超磁歪ロッド7aが変形し、作動ピストン3を予圧スプリング6の付勢力に抗して図中右方に移動させることができる。なお超磁歪ロッド7aは予圧スプリング6の付勢力に比例して作動力を大きくする性質を有しており、このため、予圧スプリング6の付勢力を強くすると(強い付勢力をもったスプリングを使用すると)、これに伴って作動ピストン3の作動量を大きくすることができる。

【0009】第1ポンプ室4は第1チェック弁9、切換弁10を介してアクチュエータ11に連通されており、また第2チェック弁12を介してリザーバ13に連通している。第2ポンプ室5は第3チェック弁14、切換弁10を介してアクチュエータ11に連通されており、さらに、後述する液圧排出弁15の弁機構16を介してリザーバ13に連通している。切換弁10は所定時間通電することによりアクチュエータ11の液圧をリザーバに還流する機能を有している。液圧排出弁15は、ケーシング17内に形成したシリンダ18と、該シリンダ18内に往復動自在に配置したピストン19と、ピストン19の移動によって流路を開く弁機構16とを備えており、ピストン19によって区画された第1液室20は切換弁10を介してアクチュエータ11に、また、第2液室21はリザーバ13に連通している。そして第2液室21とケーシング17に形成したポート17aとの間には弁機構16が配置されており、常時は弁機構16内のボール16aがスプリング16bの付勢力によって弁座16cに当接し、流路16dを閉じている。またピストン19は第2液室21内に配置したリターンスプリング22により第1液室20側に付勢されている。

【0010】上記構成からなる超磁歪式液体ポンプの作動を説明する。超磁歪アクチュエータ7の端子ピン8に外部から通電するとコイル7bによって磁場が発生し、この磁場により超磁歪ロッド7aが体積変化を起こし図中右方に伸びる。なお、この時超磁歪ロッド7aが伸びる力は、予圧スプリング6の付勢力に対応して発生するため、本例では所定のバネ力を有する予圧スプリング6

が使用されている。超磁歪ロッド7aが伸びるとピストンロッド3bを介して作動ピストン3が図中右方に移動し、第1ポンプ室4の液体をチェック弁9、切換弁10を介してアクチュエータに供給する。この時第2ポンプ室5内では作動ピストン3の右動により容積が拡大するが、この拡大にともなう弁機構16を介してリザーバ13から液体を第2ポンプ室5内に吸入する。

【0011】次に端子ピンへの通電を断つとコイル7bの磁場が消滅し、超磁歪ロッド7aの体積が縮小し予圧スプリング6の付勢力によって作動ピストン3が反対方向に移動する。この復帰動作の時に第2ポンプ室5内の液圧がチェック弁14、切換弁10を介してアクチュエータ11に供給され、また、容積が拡大する第1ポンプ室4内にはチェック弁12を介してリザーバ13より液体が吸引される。以上のような作動を繰り返すことにより超磁歪式液体ポンプがポンプ作用を果たし、アクチュエータ11を働かせることができる。なお、切換弁10に流れる電流を制御し切換弁10を切り換えることにより、アクチュエータ11を非作動状態に復帰させることができる。

【0012】ところでアクチュエータ11の液圧が高くなってくると、第2ポンプ室内の液圧も高くなるため予圧スプリング6の付勢力では作動ピストン3が初期位置に復帰しなくなり、このためポンプとしての吐出量が減ってくる。しかし、アクチュエータ11の液圧が所定の液圧になるとその液圧によって液圧排出弁15内のピストン19が図中左方に移動し、そのピストン19によって弁機構16内のボール16aをスプリング16bの付勢力に抗して押上げて流路16dを開き第2ポンプ室5内の液圧をリザーバ13に開放する。この時ボール16aが弁座16cより離れる液圧は、第2ポンプ室の吸入を行う時、ピストン19の受圧面積をA、弁機構16のスプリング16bの付勢力をFA、第2液室21内に配置するリターンスプリング22の付勢力をFB、第1液室20の液圧をPAとした時に、次の関係を満足する液圧である。

$$PA > (FA + FB) / A$$

この状態になると、液圧排出弁15中のボール16aがピストン19の作用により流路16dを開くため、第2ポンプ室5はポンプ作用をせず、第1ポンプ室4のみがポンプ作用を行い、単動型ポンプとなる。即ち、第1ポンプ室4では作動ピストン3の左動によって第1ポンプ室4内にリザーバ13より液体を吸引し、作動ピストン3の右動により第1ポンプ室4内の液体をチェック弁9、切換弁10を介してアクチュエータに供給することができるが、第2ポンプ室5は開いている弁機構16を介してリザーバに連通状態にあるため、作動ピストンの往復動によってポンプ作用はしないことになる。

【0013】この超磁歪式液体ポンプの吐出量と液体との関係を図2に示す。この図からも明らかなように、超

5

超磁歪式液体ポンプが作動をはじめた時には吐出量は最大であるが、液圧が上昇するにつれて、吐出量が減少する。ここで、アクチュエータの液圧が上記の式を満足する液圧になると、超磁歪式液体ポンプは往復動型から単動型のポンプに切り換わり、さらなる液圧の上昇によっても、図中斜線で示す吐出量を確保することができる。この結果、作動ピストン3が往復動してポンプ作用を行っている状態に比較して、液圧が上昇していても図中斜線で示す液量が確保されることになる。

【0014】

【発明の効果】以上詳細に述べた如く本発明は、超磁歪アクチュエータによって作動ピストンを往復動させる時にピストンの両側をポンプ室として活用できるようにしたため液体の吐出に有効なピストンストロークをその移動量の倍とすることができ、吐出量の増大を図ることができる。また、吐出圧力が上昇するにともなって、ピストンの移動量が減少してきた場合には、作動ピストンを単動型とすることにより吐出量の減少量を少なくできるようにする、等々の優れた作用効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る実施形態としての超磁歪式液体ポンプの構成図である。

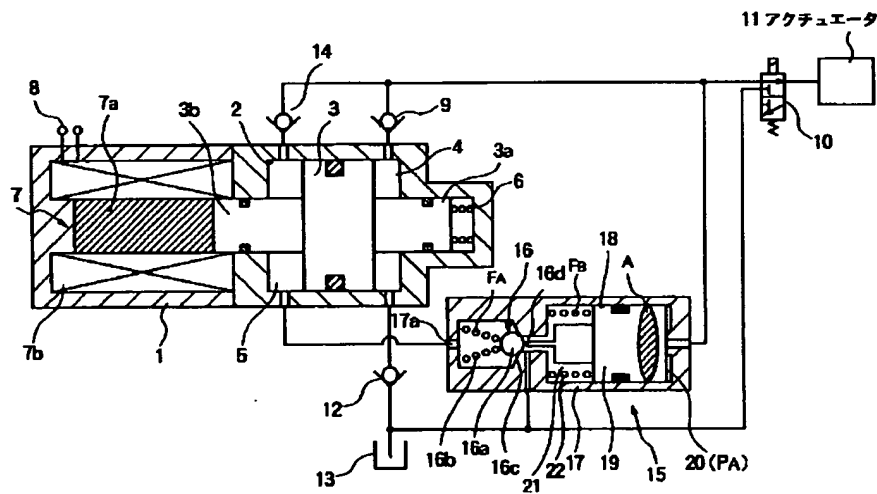
6

【図2】図1に示す超磁歪式液体ポンプの液圧と吐出量との関係図である。

【符号の説明】

1	ハウジング
2	シリンダ
3	作動ピストン
4	第1ポンプ室
5	第2ポンプ室
6	予圧スプリング
10	7 超磁歪アクチュエータ
8	端子ピン
9	第1チェック弁
10	切換弁
11	アクチュエータ
12	第2チェック弁
13	リザーバ
14	第3チェック弁
15	液圧排出弁
16	弁機構
20	17 ケーシング
19	ピストン
20	第1液室
21	第2液室

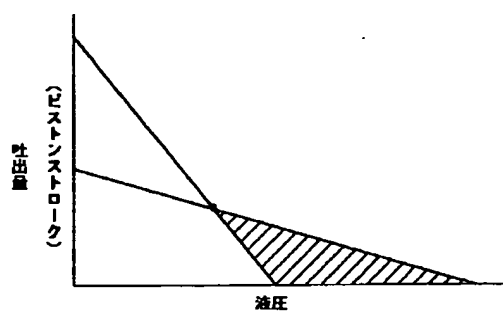
【図1】



(5)

特開平11-93830

【図2】



*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the super-magnetostriction formula liquid pump which can increase especially regurgitation volume about a suitable super-magnetostriction formula liquid pump to carry out feeding supply of the liquid.

[Description of the Prior Art]

[0002] The liquid pump currently more generally than before used is made to carry out the regurgitation of the liquid absorbed in pump housing to the delivery shell exterior by carrying out the rotation drive of the pump rotors, such as a turbine prepared possible [rotation] in pump housing, by the electrical motor. However, the whole's enlarging this kind of liquid pump, and being unable to attain lightweight-ization upwards and having un-arranged -- power consumption is large -- since the electrical motor is being used for it.

[0003] Instead of the liquid pump of such a conventional type, the super-magnetostriction formula liquid pump constituted from recently using the supermagnetostrictor which carries out a volume change by magnetism is proposed (JP,6-101631,A etc.). The brake gear indicated by this JP,6-101631,A Casing which has a pump case in the nose-of-cam side of the housing main body formed as an airtight container and by which the rod sliding hole of a minor diameter was formed between this pump case and the housing main body, The operation piston to which the rod section of a minor diameter was fitted in the rod sliding hole of this casing, and the piston section of a major diameter formed the pump house in the aforementioned pump case, When it is located in front of the aforementioned pump house and in the back, and is prepared in the aforementioned pump case and this operation piston expands and contracts a pump house The suction valve portion and discharge valve which carry out inflow appearance of the liquid into this pump house, and the super-magnetostriction formula actuator which makes shaft orientations expand and contract a super-magnetostriction rod by being prepared in the aforementioned housing main body and energized from the outside, By being located between this super-magnetostriction formula actuator and the rod section of the aforementioned operation piston, being formed in the aforementioned casing, and changing the pressure of the working fluid enclosed with the interior based on expansion and contraction of the aforementioned super-magnetostriction rod It is the super-magnetostriction formula liquid pump which it comes to constitute from a fluid-pressure room which makes the aforementioned operation piston reciprocate. It is supposed by being able to enlarge the variation rate of an operation piston using the volume change of a super-magnetostriction rod, increasing the amount of expanding and contracting of a pump house, being able to improve the regurgitation efficiency of a liquid upwards sharply by this, and using a super-magnetostriction formula actuator that the whole can be miniaturized and lightweight-ization can be attained.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the above super-magnetostriction formula liquid pumps have the composition of not performing a pump action, at the time of the double action from which a pump action is performed only when the super-magnetostriction rod which operates with a super-magnetostriction actuator deforms into ** on the other hand (at for example, the time of **** of a piston), and a super-magnetostriction rod returns to a basis, when futility is in the movement of a super-magnetostriction rod and the amount of regurgitation liquids of a pump is increased further, they are disadvantageous.

[0005] Then, in a super-magnetostriction formula liquid pump, this invention offers the super-magnetostriction formula liquid pump which can perform a pump action also in which state of reciprocation of a piston rod, and aims at solving an above-mentioned trouble. In this invention, when making a piston reciprocate with a super-magnetostriction actuator, by enabling it to utilize the both sides of a piston as a pump house, a piston stroke effective in the regurgitation of a liquid can be made into twice the movement magnitude, and increase of discharge quantity can be aimed at. However, when a discharge pressure follows on going up and the movement magnitude of a piston has decreased, only the time of the independent control of a piston makes a pump action perform, and can be made to lessen the decrement of discharge quantity at the point used as the predetermined pressure.

[0006]

[Means for Solving the Problem] For this reason, the technical-problem solution means which this invention adopted divides the 1st and the 2nd pump house which carry out enlarging or contracting of the capacity to the both sides of the operation piston which reciprocates the inside of a cylinder with a super-magnetostriction actuator by movement of this piston. It is the super-magnetostriction formula liquid pump which inhales and discharges a liquid in the aforementioned pump house by reciprocation of an operation piston, and makes a pump action. While opening for free passage to an actuator the 1st pump house divided with the aforementioned operation piston through the 1st check valve and a change-over valve While it is open for free

passage to a reservoir through the 2nd check valve and opening the 2nd pump house for free passage to an actuator through the 3rd check valve and a change-over valve. When the fluid pressure of an actuator turns into a predetermined fluid pressure, it is the super-magnetostriction formula liquid pump characterized by being open for free passage to a reservoir through the fluid-pressure exhaust valve which opens passage.

[0007]

[The gestalt of operation] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is the block diagram of a super-magnetostriction formula liquid pump. In drawing, 1 is housing of a super-magnetostriction formula liquid pump, a cylinder 2 is formed in this housing, the operation piston 3 is arranged possible [reciprocation] in the state of fluid-tight in this cylinder 2, and the 1st pump house 4 and the 2nd pump house 5 are divided in the cylinder with this operation piston 3. The pre-load spring 6 is formed between the edge of piston rod 3a by the side of the 1st pump house 4, and housing 1, and piston rod 3b by the side of the 2nd pump house 5 is contacted by super-magnetostriction rod 7a of the super-magnetostriction actuator 7.

[0008] The super-magnetostriction actuator 7 is wound around the periphery side of a coil bobbin, is equipped with coil 7b which generates a magnetic field by being energized from the outside through the terminal pin 8, and super-magnetostriction rod 7a which was inserted in in this coil bobbin and elongated the inside of housing to shaft orientations, and is contacted according to the energization force of the pre-load spring 6 by the edge of piston rod 3b which the edge of super-magnetostriction rod 7a mentioned above. Therefore, if current flows to coil 7b of the super-magnetostriction actuator 7, by the magnetism at that time, super-magnetostriction rod 7a deforms, the energization force of the pre-load spring 6 can be resisted, and the operation piston 3 can be moved to the method of drawing Nakamigi. In addition, super-magnetostriction rod 7a has the property which enlarges an actuation load in proportion to the energization force of the pre-load spring 6, and if the energization force of the pre-load spring 6 is strengthened for this reason, it can enlarge the amount of operations of the operation piston 3 in connection with this (if a spring with the strong energization force is used).

[0009] The actuator 11 is open for free passage through the 1st check valve 9 and the change-over valve 10, and the 1st pump house 4 is open for free passage to the reservoir 13 through the 2nd check valve 12 again. The actuator 11 is open for free passage through the 3rd check valve 14 and the change-over valve 10, and the 2nd pump house 5 is open for free passage to the reservoir 13 further through the valve system 16 of the fluid-pressure exhaust valve 15 mentioned later. The change-over valve 10 has the function which flows back the fluid pressure of an actuator 11 to a reservoir by carrying out predetermined-time energization. The fluid-pressure exhaust valve 15 is equipped with the piston 19 arranged free [reciprocation] and the valve system 16 which opens passage by movement of a piston 19 in the cylinder 18 formed in casing 17, and this cylinder 18, and the 2nd liquid room 21 is opening for free passage the 1st liquid room 20 divided with the piston 19 to the actuator 11 through a change-over valve 10 again at the reservoir 13. the [and] -- the valve system 16 is arranged between 2 liquid room 21 and port 17a formed in casing 17, and always, according to the energization force of spring 16b, ball 16a in a valve system 16 contacted valve seat 16c, and has closed 16d of passage. Moreover, the piston 19 is energized by the return spring 22 arranged in the 2nd liquid room 21 at the 1st liquid room 20 side.

[0010] The operation of the super-magnetostriction formula liquid pump which consists of the above-mentioned composition is explained. If it energizes from the outside at the terminal pin 8 of the super-magnetostriction actuator 7, a magnetic field will occur by coil 7b, super-magnetostriction rod 7a starts a volume change by this magnetic field, and it is extended to the method of drawing Nakamigi. In addition, since the force in which super-magnetostriction rod 7a is extended at this time is generated corresponding to the energization force of the pre-load spring 6, in this example, the pre-load spring 6 which has the predetermined spring force is used. If super-magnetostriction rod 7a is extended, through piston rod 3b, the operation piston 3 will move to the method of drawing Nakamigi, and will supply the liquid of the 1st pump house 4 to an actuator through a check valve 9 and a change-over valve 10. Although capacity is expanded by **** of the operation piston 3 in the 2nd pump house 5 at this time, a liquid is inhaled in the 2nd pump house 5 from a reservoir 13 through a valve system 16 with this expansion.

[0011] Next, if the energization to a terminal pin is severed, the magnetic field of coil 7b will disappear, the volume of super-***** rod 7a contracts, and the operation piston 3 moves to opposite direction according to the energization force of the pre-load spring 6. In the 1st pump house 4 which the fluid pressure in the 2nd pump house 5 is supplied to an actuator 11 through a check valve 14 and a change-over valve 10 at the time of this return operation, and capacity expands, a liquid is attracted from a reservoir 13 through a check valve 12. By repeating the above operations, a super-magnetostriction formula liquid pump can achieve a pump action, and can work an actuator 11. In addition, an actuator 11 can be returned to a non-operating state by controlling the current which flows to a change-over valve 10, and switching a change-over valve 10.

[0012] By the way, if the fluid pressure of an actuator 11 becomes high, since the fluid pressure in the 2nd pump house also becomes high, by the energization force of the pre-load spring 6, the operation piston 3 will stop returning to an initial valve position, and, for this reason, the discharge quantity as a pump will become less. However, if the fluid pressure of an actuator 11 turns into a predetermined fluid pressure, by the fluid pressure, the piston 19 in the fluid-pressure exhaust valve 15 moves to the left in drawing, with the piston 19, ball 16a in a valve system 16 will be resisted and made the energization force of spring 16b, 16d of passage will be opened, and the fluid pressure in the 2nd pump house 5 will be opened to a reservoir 13. The fluid pressure which ball 16a separates from valve seat 16c at this time is PA about the fluid pressure of FB and the 1st liquid room 20 in the energization force of the return spring 22 which arranges the energization force of A and spring 16b of a valve system 16 for the pressure-receiving area of a piston 19 in FA and the 2nd liquid room 21 when inhaling the 2nd pump house. When it carries out, it is the fluid pressure which satisfies the next relation.

$PA > (FA + FB) / A$ -- if it will be in this state, in order that ball 16a in the fluid-pressure exhaust valve 15 may open 16d of passage

by operation of a piston 19, the 2nd pump house 5 does not carry out a pump action, but only the 1st pump house 4 performs a pump action, and serves as a single-action-die pump. That is, although a liquid can be attracted from a reservoir 13 in the 1st pump house 4 by **** of the operation piston 3 and the liquid in the 1st pump house 4 can be supplied to an actuator through a check valve 9 and a change-over valve 10 by **** of the operation piston 3 in the 1st pump house 4, since the 2nd pump house 5 is in a reservoir through the open valve system 16 at a free passage state, a pump action will be carried out by reciprocation of an operation piston.

[0013] The relation between the discharge quantity of this super-magnetostriction formula liquid pump and a liquid is shown in drawing 2. Although discharge quantity is the maximum when a super-magnetostriction formula liquid pump begins an operation so that clearly from this drawing, discharge quantity decreases as a fluid pressure goes up. Here, if the fluid pressure of an actuator turns into a fluid pressure which satisfies the above-mentioned formula, a super-magnetostriction formula liquid pump switches from a reciprocated type to the pump of a single action die, and can secure the discharge quantity shown with the slash in drawing also by elevation of the further fluid pressure. Consequently, as compared with the state where the operation piston 3 reciprocates and the pump action is performed, even if the fluid pressure goes up, the volume shown with the slash in drawing will be secured.

[0014]

[Effect of the Invention] As stated to the detail above, since it enabled it to utilize the both sides of a piston as a pump house when making an operation piston reciprocate with a super-magnetostriction actuator, this invention can make a piston stroke effective in the regurgitation of a liquid twice the movement magnitude, and can aim at increase of discharge quantity. Moreover, when a discharge pressure follows on going up and the movement magnitude of a piston has decreased, the operation effect which was excellent in ** -- it can be made to lessen the decrement of discharge quantity -- can be done so by making an operation piston into a single action die.

[Translation done.]